

INSTITUTO NACIONAL DE OBRAS SANITARIAS
DIRECCION GENERAL DE INSPECCION CONSTRUCCION Y FUNCIONAMIENTO
DIRECCION DE FUNCIONAMIENTO

EMBALSES

MANUAL DESCRIPTIVO DE LOS PRO-
CESOS BIOLOGICOS Y FISICO-QUIMI-
COS OPERADOS EN SU INTERIOR.



REGION _____

ACUEDUCTO _____

CODIGO

E M B A L S E

DESCRIPCION
ANALISIS
TRATAMIENTO

I N T R O D U C C I O N

El medio ambiente acuático en un embalse es complejo y localizado debido a la interacción de fuerzas físicas y biológicas. Estas a su vez son influenciadas por el fenómeno meteorológico.

Todos reconocemos que los factores físicos están íntimamente ligados al gran complejo: La ecología de un embalse.

Aunque en el trópico no se dan con regularidad los cambios estacionales, los ciclos biológicos se suceden con bastante periodicidad y en forma más acelerada, ya que el factor temperatura es determinante, más aún, pudiera suceder que las necesidades en este parámetro tuviesen valores mayores que en otras latitudes.

Siguiendo estas ideas muy particulares, podemos decir que el comportamiento de un cuerpo de agua retenido o embalsado le es indígena y autóctono, y que este proceso, origina una amplia pero definida comunidad; es decir, un ensamblaje localizado de especies vegetales y animales, que es mantenida por las características físico-químicas que se han

venido estableciendo a lo largo de la vida de este cuerpo de agua; esa dinámica interreacción y coacción entre el medio ambiente y la comunidad que conlleva ciclos de nutricios y liberación de energía vital, constituye en sí, el concepto de ECOSISTEMA.

De acuerdo con esto, la comunidad puede estar formada por varios individuos relacionados ecológicamente o también por una vasta población heterogénea.

Más aún, a pesar de lo complejo que esto parece, aún cuando los factores ambientales, geomorfológicos y físico-químicos sean similares, siempre existe una especie dominante que prevalecerá sin importar la ubicación geográfica entre ambos tópicos.

"Metabolismo de la Comunidad en un Embalse y su relación energética en el Ecosistema".

La comunidad de un embalse es autosuficiente; es decir, - que con los aportes de energía solar, los animales y vegetales actúan como productores, consumidores y reductores, manteniendo las comunidades, a un nivel de productividad tan eficiente como nutricios puedan ser metabolizados en ese cuerpo de agua.

.../...

1.- NIVEL TROFICO.

La fundamental operación metabólica en una comunidad, reposa en la habilidad de los diferentes organismos para mantener la transferencia energética a diferentes niveles nutricionales y al mismo tiempo transferir esta energía (como alimento), a través de una serie de individualidades. Esta actividad puede ser clarificada y definida así:

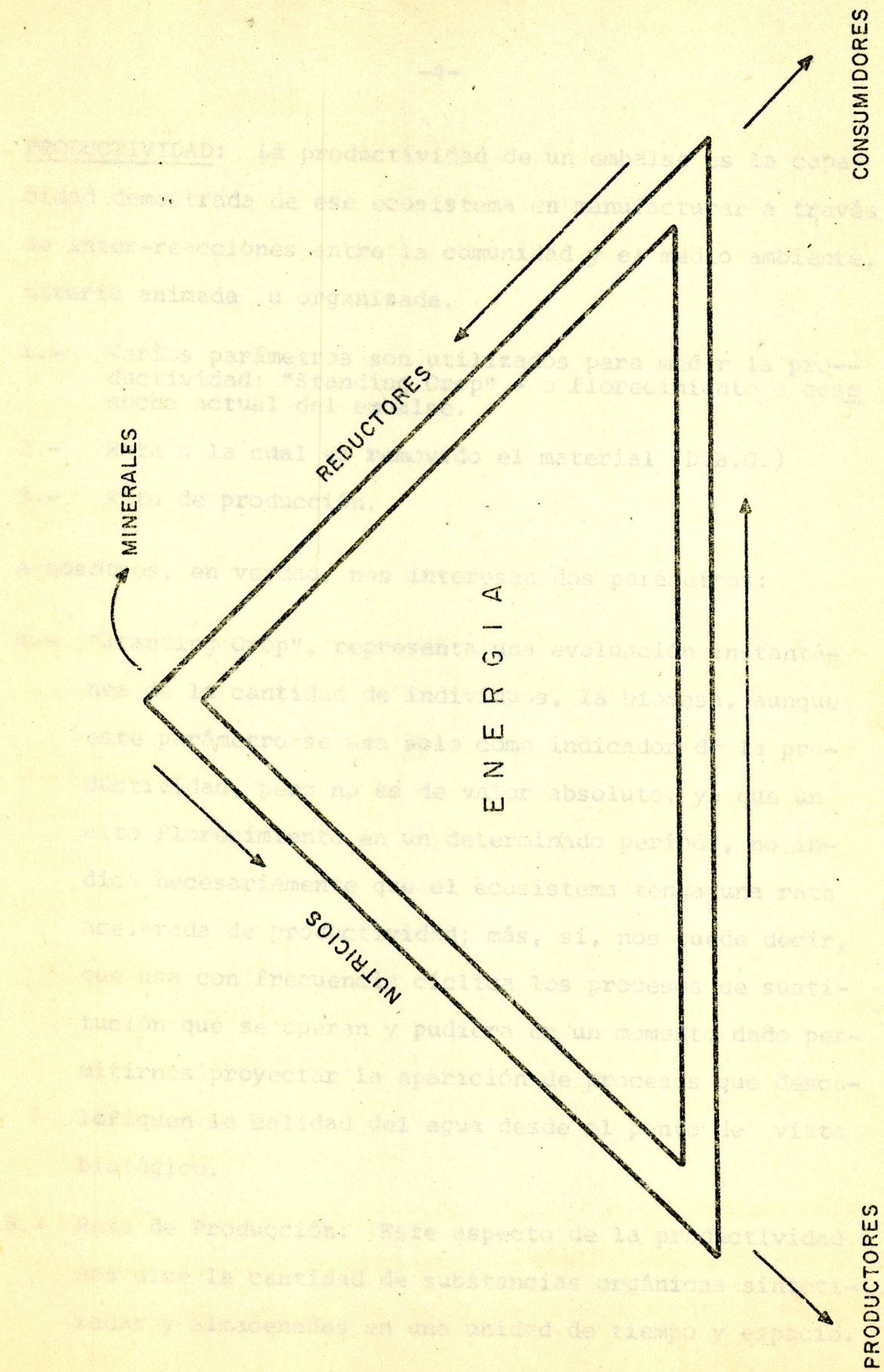
PRODUCTORES: Los organismos capaces de sintetizar las -- sustancias órgano-energéticas a través del uso de la energía solar, más las sustancias inorgánicas. Estos organismos incluyen desde luego, algas verde-azules y diatomas, - las plantas organizadas y las bacterias fotosintéticas.

CONSUMIDORES: Los organismos que son incapaces de sintetizar la materia utilizando la energía solar; animales propiamente que dependen directa o indirectamente de los productores.

REDUCTORES: Los que descomponen y reducen la materia orgánica, llevándola a los estados elementales; es decir, retornando los nutrientes al punto donde los productores puedan utilizarlos, éste grupo lo forman bacterias heterótrofas, hongos, actinomicetos, etc.

Como hemos visto arriba, están claros los diferentes eslabones de la cadena alimentaria. (VEASE FIGURA 1)

.../...



D.B.O.
PLANKTON
PECES
DETERMINACION DE CLOROFILA

PLANKTON:

Los recuentos de fitoplakton a través de un programa, deben ser establecidos en nuestros embalses. Deben instalarse boyas superficiales, para que la captación a diferentes profundidades en esos puntos sean representativas de las condiciones biológicas imperantes en ese momento en la zona eufótica.

PECES:

La cosecha de peces es un índice del enriquecimiento de un embalse, su tamaño, su variedad, etc. La presencia de Plantas sub-acuáticas confirman la sospecha del enriquecimiento de un embalse, ya que en éstos ambientes se forman nidos de gran productividad secundaria.

DETERMINACION DE CLOROFILA:

Este parámetro, aunque sofisticado, es altamente satisfactorio, pues nos permite correlacionar la cantidad de energía recibida por año, y por área en un embalse. También correlacionar con los recuentos de Plankton, Biomasa, etc.

Por los datos que reposan en nuestro laboratorio, estos son en su mayoría Eutróficos y Distróficos los demás.

.../...

Todo embalse que no sea profundo, que mantenga influencia sobre extensiones de tierra plana, con plantas de todo tipo en su interior, es un embalse de tipo Eutrófico; pero aunque el enriquecimiento es inevitable, medidas preventivas deben ser tomadas ante la construcción de una fuente de éste tipo.

Por otra parte, los pasos previos al llenado de un embalse, tienen que ser meticulosamente observados.

- 1.- Limpieza de áreas marginales.
- 2.- Limpieza del fondo.
- 3.- Protección previa con vigilancia o cercado, alejando así la actividad agrícola y pecuaria.

Nuestros embalses sirven de fuentes de abastecimiento en las regiones a fondos de actividad agrícola y pecuaria, además la mayoría están contruídos en áreas de fácil acceso a animales de todo tipo.

FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL AGUA.

FISICO-QUIMICOS:

Todo cuerpo de agua represado, tiene como objetivo:

- 1.- Almacenar agua para suplir ésta, cuando así lo demanden las necesidades locales.
- 2.- Permitir que bajo este proceso de retención, se operen diferentes procesos bio-químicos cuya resultante es la autopurificación.

.../...

- 3.- La presencia de animales de todo tipo, pudiera establecer cierto eslabón en la propagación de enfermedades virales y bacterianas no indígenas al hombre.
- 4.- Un embalse debe representar la capacidad nuestra -- para manejar la tecnología, transferirla, y presentar así, una visión estética favorable.

TEMPERATURA:

La temperatura es un regulador de primer orden en los procesos naturales dentro del medio ambiente acuático; gobierna funciones fisiológicas de los organismos actuando directa o indirectamente en combinación con otros constituyentes de la calidad del agua y por tanto afecta y contribuye a los cambios en la vida acuática.

La temperatura regula los movimientos moleculares y es determinante en la rata metabólica y de actividad de todos los organismos, debido a esa capacidad para regular los pasos metabólicos, la temperatura puede ser el factor ambiental más importante en la vida y en la actividad de los procesos biológicos. Cuando el metabolismo de los organismos es acelerado por ésta, el desarrollo de éstos se hace acelerado y por consiguiente más oxígeno disuelto es necesario para mantener la existencia. Pero la acción bacteriana involucrada en los procesos de natural purificación estará también acelerada, reduciendo el oxígeno que hubiera en ese momento, debido a la actividad vegetal. Cuando los organismos utilizan gran cantidad de oxígeno y cuando éste es reducido como consecuencia

de la acción e interreacción ocurrida, debido a la temperatura, estos pueden perecer.

Se sabe que a altas temperaturas: 28°C o más, el fitoplankton necesita hasta 300 veces más vitamina B12 que en otros ambientes menos caldeados.

La temperatura debe ser medida periódicamente y establecer curvas anuales. Se recuerda aquí, que la estratificación -- pudiera ocurrir a altas temperaturas en gradientes hasta -- 0.5°C., permitiendo un Epilimnion mayor con una zona termoclina muy amplia y un hipolimnion casi confinado al fondo.

OXIGENO DISUELTO (O.D.).

El oxígeno disuelto es un constituyente de la calidad del agua que en concentración apropiada es esencial, no solamente para mantener la vida de los organismos, sino para -- permitir una actividad mas vigorosa.

El oxígeno entra al agua por absorción directa de la atmósfera o por fotosíntesis, y es removido por respiración de los organismos y por descomposición. El que viene de la atmósfera entra por difusión o por agitación, debido a los vientos en el área, éste fenómeno también permite bajo condiciones de supersaturación, su incorporación a la atmósfera.

Durante la fotosíntesis, las plantas acuáticas utilizan -- bióxido de carbono y liberan oxígeno libre. Desde que la

.../...

energía es suplida en forma de luz, la fotosíntesis está limitada a la zona iluminada donde la luz es suficiente - para facilitar el proceso. O sea que la productividad de un ecosistema está gobernada al convertir esta energía en compuestos orgánicos y por aquellos factores físicos y - ambientales que afectan la rata de fotosíntesis. La producción anual de oxígeno sigue muy de cerca la curva de radiación solar. Durante la respiración y descomposición animales y plantas consumen oxígeno disuelto y liberan bióxido de carbono a cualquier profundidad donde esto ocurra, pero debido a los productos excretados y segregados y a los animales muertos y plantas que tienden a hundirse, la descomposición ocurre en el Hipolimnion del embalse; pero si hay estratificación, una deficiencia progresiva de oxígeno se establece en esta zona.

Cuando el oxígeno disuelto se ha agotado, la descomposición anaeróbica se establecerá con la consiguiente liberación de metano e hidrógeno sulfurado.

Los valores mínimos individuales están en el orden de 5 mg/l. de O.D., con las consiguientes variaciones, debido a - las condiciones imperantes.

p.H.

La literatura mundial sobre éste tópico, fue revisada y - evaluada por Doadorsff y Katz, quienes dicen:

Cuando existen condiciones favorables (no contaminación), el p.H varía desde 5.0 hasta 9.0 cuando mucho, y no es letal para comunidades saludables.

.../...

Nell (1.961), demostró en Lagunas de Oxidación, que los valores de p.H. de 8.0 debido a la fotosíntesis, acarrean una demanda de dióxido de carbono en mayor cantidad que la aportada por la respiración y la descomposición.

Estos valores sobre 8.0 demuestran la presencia de carbonatos, hasta 8.0, indican la presencia de bicarbonatos solamente y menos de 8.0, demuestran la presencia de dióxido de carbono. Este, usualmente presente debido a los procesos de descomposición y respiración, reaccionará con cualquier carbonato presente en el agua y formará bicarbonato. Las aguas ácidas serán en consecuencia improductivas y las alcalinas altamente productivas. De ahí la importancia de los estudios a los lechos y áreas de influencia de los futuros embalses, con la finalidad de prevenir excesiva alcalinidad en las aguas retenidas.

LUZ:

Las plantas sub-acuáticas, y las acuáticas superficiales, requieren luz para su función de fotosíntesis. La penetración de la luz es un parámetro muy variable en los embalses.

La relación entre la profundidad y la cantidad de luz que penetra hasta cierta profundidad al ser llevada a papel semilogarítmico, resulta una relación lineal. Un agua tan clara como la destilada impide el paso de la luz; si ésta pasa a través de 100 metros de profundidad de este tipo de agua, sería reducida hasta en un 2% de sus valores incidentes. Los principales factores que afectan la penetración

de la luz son:

- A.- Animales y plantas microscópicas suspendidos en ese medio.
- B.- La arena o materia mineral suspendida.
- C.- Los colores de origen vegetal, detergentes.
- D.- La acumulación de plantas sub-acuáticas y superficiales.
- E.- La combinación de estos factores que siempre es común o la concurrencia de varios de ellos en una situación determinada.

Este parámetro se mide con un aparato denominado disco de Secchi. Lo deseable sería, obtener valores mayores de cinco (5) metros. Nuestros embalses tienen cuando más 3.5 metros (Embalse de Lagartijo).

CORRIENTES:

La velocidad de movimiento de un cuerpo de agua es de extrema importancia para los organismos acuáticos.

- 1.- Transporte de nutrientes y alimentos orgánicos hacia organismos que permanecen fijos en determinadas áreas.
- 2.- Transporte de Plankton y Benthos, los cuales a su vez, sirven de alimento los cuales a su vez, sirven de alimento a los predadores.
- 3.- El aporte de oxígeno al agua a través del proceso de aereación. La determinación de las corrientes es necesaria en un embalse para:

.../...

- a.- Determinar las acumulaciones de arena o lodo en el fondo.
- b.- Calcular la cantidad de nutrientes acumulados en determinados sitios del embalse.
- c.- Determinar las áreas polutas del embalse, si las hubiere.

LODOS:

La deposición de sedimentos en los embalses, es una resultante lógica de los objetivos perseguidos al detener el agua, más cuando por erosión u otros factores, los lodos son excesivos debido a la velocidad de sedimentación, no permiten el establecimiento de una comunidad en los fondos. Los sedimentos destruyen las algas por:

- 1.- Acción molar
- 2.- Simplemente arrastrándolas al fondo y cubriéndolo todo.
- 3.- Deteniendo la penetración de la luz usada en fotosíntesis, debido a la reflexión y refracción de la luz por las partículas en suspensión.

En consecuencia la transformación de la luz en energía, en este medio, depende de la turbiedad del agua, la absorción de luz y la composición del espectro.

HIERRO:

No hay mucha información actualmente sobre los diferentes ciclos del hierro en embalses. Lo que sí es cierto, es que desde el punto de vista teórico de la solubilidad de este -

.../...

mineral, una apreciable fracción de hierro está presente en todo embalse, ya sea en solución o formando un compuesto orgánico complejo.

Toda agua exenta de color y de reacción neutra o alcalina - las cuales tienen productividad pobre, tienen valores que van de 5 a 20 mg/litro, valores que están de acuerdo con la solubilidad. El epilimnion de éstos embalses donde el oxígeno es abundante, la concentración de hierro férrico, no va más allá de 18 mg/litro, ya que el ferroso es inestable en presencia de oxígeno.

Todo cantidad de hierro que suba al epilimnion eventualmente precipitará como hidróxido férrico. El insoluble precipitará y sedimentará en el Hipolimnion. (VESA FIGURA 2).

MANGANESO:

El ciclo del manganeso ha recibido mucha más atención en la literatura que el hierro, debido seguramente a las grandes dificultades encontradas para removerlo durante el tratamiento del agua. Se hace notar aquí, que aún trabajando con una agua final conteniendo 0.1 mgs. por litro, puede causar problemas de color y aún depositarse en las líneas de distribución hacia los filtros; además interfiere en cuanto a la falsa reacción con ortotolidina.

La información indica que aunque el ión fuese absorbido por el óxido férrico al ser confinado al hipolimnion, la acción bacteriana anaeróbica liberaría ión manganeso que transportado al epilimnion, no es oxidado por el oxígeno presente.

.../...

REACCION METABOLICA COMUN

SINTESIS

MATERIA
ORGANICA

→ N + P
Oligo Elementos

→ NUEVAS
CELULAS

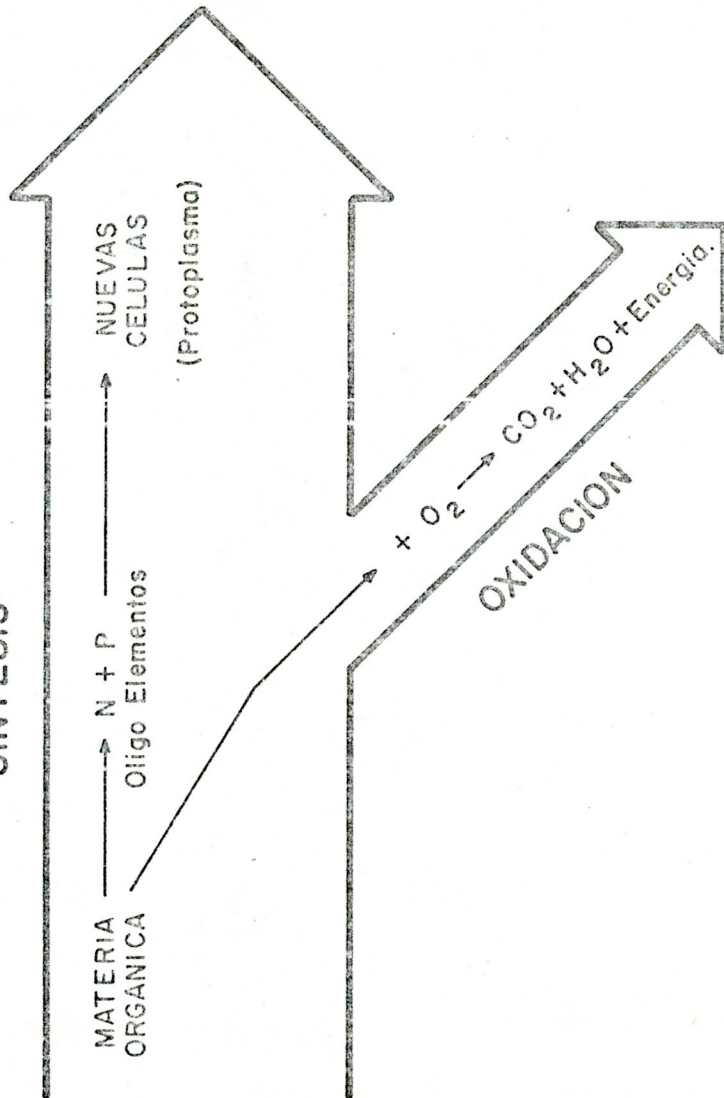
(Protoplasma)

= 60% CARBON.

+ O₂ → CO₂ + H₂O + Energia.

OXIDACION

= 40 % CARBON



Desde luego que el problema está fuertemente influenciado por la composición de los lechos de los efluentes en los embalses.

SULFURO:

El ciclo del sulfuro es controversial, ya que siempre ocurre en el hipolimnion de los embalses, debido a:

- 1.- Desoxigenación del hipolimnion.
- 2.- Descomposición bacteriana u otro compuesto orgánico como proteínas, etc.
- 3.- El sulfito ferroso es muy insoluble en agua neutras o alcalinas, entonces en aguas ácidas aparecerá H_2S , tal vez oxidado por las bacterias sulforosas, usando esta reacción como fuente de energía.

Desde luego, que sólo dos factores son influyentes en este caso:

- a) Cuando el agua almacenada está altamente mineralizada.
- b), De origen industrial.

EUTROFICACION:

Tanto los Ingenieros Sanitarios, Limnólogos, como los -
Biólogos, en especialidad acuática, han enfocado con más de
tenimiento los problemas que en años recientes se vienen -
presentando debido a la eutroficación.

Es necesario plantear un programa de investigaciones en todos los embalses administrados por el Instituto, sobre los
.../...

factores siguientes:

- 1.- Nitrógeno
- 2.- Fósforo
- 3.- Carbono
- 4.- Clorofila
- 5.- Plankton
- 6.- Correlación plankton - clorofila - Biomasa
- 7.- Productividad primaria
 - a) Técnica O₂, botella clara y oscura
 - b) Curva de oxígeno 24 horas en el epilimnium e hipolimnium

La importancia de altos valores de nitrógeno, no puede ser olvidada. Aunque aquí éste nutriente pudiera actuar como agente inhibidor de la productividad, se da como valor crítico 30 p.p.m. (30 mg/l) de las formas inorgánicas.

Hay evidencias también de que el fósforo es un elemento clave en el florecimiento excesivo, determinado su mayor o menor nivel la actividad biológica de un embalse. Las cifras que hacen saltar ese resorte de seguridad, siempre están por encima de 0.10 ppm. (0.1 mg/l) los datos sobre niveles críticos indican cifras de 0.1 ppm. (0.1 mg/l), como decisivas en la inmediata implantación de un florecimiento explosivo (Bloom).

Las formas que se han usado para definir el término de eutroficación, siempre indica el enriquecimiento natural o

../..

accidental de las aguas.

Debido a la transferencia de bióxido de carbono de la atmósfera al agua bajo un proceso muy lento, la mayor reserva de carbono en un embalse para las Plantas acuáticas, depende de su alcalinidad y la influencia de los carbonatos en éste parámetro específico.

Como las algas responden a un complejo cambiante, impredecible, como es la del medio ambiente que discutimos, los factores de radiación solar, opacidad del medio, rata de actividad bacteriana, aporte autóctono y disminución de nutrientes, fenómenos climáticos y sucesión ecológica, son determinantes en el aporte del dióxido de carbono. En definitiva éste parámetro está disponible para las algas, pero esta misma forma genera continua demanda de oxígeno, producida por estas mismas algas en la función de fotosíntesis, no permitiendo esto generalmente, un aumento apreciable de la concentración de oxígeno disuelto (O.D.)

Los productos primarios en condiciones favorables, son las algas, producto secundario: animales, todo ello a través de los ciclos antes discutidos van acumulando nutrientes, multiplicándose y conformando la imagen eutrófica natural.

Los problemas creados bajo estas condiciones, pueden planificarse así:

A.- OBJETIVOS

B.- INVESTIGACION

.../...

- 1.- Planificación del estudio.
- 2.- Recolección de datos.
- 3.- Muestreo y análisis.

C.- INFORME

- 1.- Organización y Ordenamiento de datos.
- 2.- Interpretación.
 - a) Introducción
 - b) Sumario
 - c) Conclusiones
 - d) Recomendaciones
 - c) Conclusiones
 - d) Recomendaciones
 - e) Producciones
 - f) Area comprendida en la investigación
o problema
 - g) Usos de contaminación
 - i) Efectos en la calidad del agua
 - j) Apéndice

Se debe ser cuidadoso al llevar y planificar éstos estudios ya que de informes están llenos los escritorios de todos los ejecutivos, medios o superiores.

LA META PRIMARIA SERA:

- 1.- Areas que rodean al embalse, población humana y animal.
- 2.- Vegetación y sus áreas de influencia.

,.../...

- 3.- Muestras de Plankton (plankton, perefítón, benthos, - plantas vasculares, peces, clorofila y productividad)
- 4.- Periodicidad del muestreo.

Este comprende:

- a) Ubicación de estaciones
- b) Medición de penetración de la luz, con disco de - Seechi.
- c) Profundidad del muestreo acorde con la zona eufótica.
- d) Periodicidad del muestreo; recomendando cada quince días (lo correcto es semanal).
- e) Número de muestras y tiempo de su duración.

Para las técnicas apropiadas, remitimos el manual del Laboratorio de Plankton (INOS), de ésta Oficina.

NIVELES TROFICOS:

La mayoría de nuestros embalses deberían ser tratados con criterio conservacionista; es decir, mantener niveles tróficos aceptables, 500 - 700 algas por litro; el criterio de - que nuestro medio acepte condiciones diferentes a las expuestas, debe ser desechado porque:

- a) Los niveles de investigación, no han establecido esta premisa.
- b) La tecnología del agua, no puede ser discriminatoria o venezolanizada.
- c) El criterio Ingeniero-Biólogo, debe ser unificado.

.../...

- d) Debe establecerse una meta: agua limpia, no agua clara.
- e) Cada uno de nosotros debe velar por éstos conceptos, cual carta de triunfo del técnico, dedicado a su trabajo específico.

ALGAS:

Cada uno de nosotros conoce las algas, y sus características tóxicas y los problemas biológicos que causan; estos envuelven tanto la fisiología del alga, como la posibilidad de excretar ciertas toxinas, antibióticos y ciertos productos - promotores de ulterior crecimiento.

Las algas se han visto inculpadas en agresiones tóxicas a animales mamíferos, a varios, peces; particularmente el -- grupo llamado cianofitas o algas verde-azules.

Estas sustancias tóxicas excretadas por las algas, sobreviven a los experimentos de laboratorio, cuando se han tratado de eliminar con alumbre, filtrar y clorinar, inclusive pudieron resistir el carbón activado.

Wheeler ha dicho sobre este asunto: "Debe hacerse notar que la presencia de algas en el agua para uso humano, además de causar olores y sabores antiestéticos, pudiera tener importancia desde el punto de vista de los alérgenos que estas - pudieran liberar en alguna ocasión al aportar considerable cantidad de Proteína".

Esto se explica así: "Toda proteína actúa como un antígeno

.../...

3.- Reduciendo la cantidad de fertilizantes o las posibles áreas que fluyen al embalse. Desde luego que es mejor anticipar y prevenir los problemas; es decir, detectar el momento cuando la interferencia se vá a establecer.

Además del sulfato de cobre, varios algicidas como aqualin y Diquat, se usan en estas actividades, cuando el agua, no se vá a consumir inmediatamente. Si tratamos el problema con sulfato de cobre, dos (2) vías se abren:

- 1.- Por esparcimiento de la solución.
- 2.- Por mezcla, previa disolución en sitio, con motor de lancha.

En el primer caso es peligroso para los trabajadores por la absorción de partículas durante la operación y como para cada acción se establece una reacción, creo que los principios de Seguridad Industrial, nos hacen desechar esta metodología; Fair y Whipple, recomiendan la siguiente metodología que hemos puesto en practica acá:

Usar un saco dentro de otro y vaciar los 45 Kgs. de CuSO_4 - acelerar la lancha hasta obtener de 8 a 10 Km. por hora en el odómetro; si el agua tiene una alcalinidad menor de 50 ppm. la disolución del sulfato se llevaría a cabo en 10 ó 15 minutos.

El procedimiento se realizará contra el viento, en bandas de 30 a 40 mts., aparte una de otra. El subsiguiente tratamiento se haría en las áreas llanas.

.../...

El saco contentivo del sulfato, se sumerge hasta dos (2) metros del borde del agua el motor de la lancha realizará el resto de la labor, con mayor efectividad, ya que lo pone en contacto con las algas más rápidamente y como la solución es mas pesada que el agua, tiende a hundirse más rápidamente.

Los tratamientos tienen que hacerse en la mañana, ya que la mayoría de las algas están en la zona eufótica durante ese tiempo; a medida que el sol llega al zénit, éstas tienden a protegerse de las radiaciones infrarojas, hundiéndose.

Cuando la alcalinidad es mayor, mayor debe ser la concentración a usarse; entonces se hace indispensable disminuir la velocidad de la lancha; de todas maneras, entre nosotros, la temperatura ayudará a una disolución más rápida del algicida sulfato de cobre.

Los exámenes de laboratorio subsiguientes, deben ser usados, no como récord, sino como indicadores de los niveles tróficos postratamiento.

Varias tablas serán incluídas en éste manual sobre niveles de toxicidad de SO_4Cu , ante diferentes algas.

El cloro es otro algicida, específicamente soy partidario que cuando de cianofíceas se trata, el uso de super cloración en el embalse contribuye:

- 1.- Eliminar la algas y al mismo tiempo, los productos de excreción de éstas algas al ser interesadas por el cloro.

.../....

- 2.- Porque contribuye a eliminar la materia orgánica en forma instantánea.
- 3.- Debe tenerse en cuenta el agregar suficiente cloro; es decir, la sobre-dosis es necesaria, pues la reacción es inmediata.
- 4.- Aunque pudiera formarse otros olores y sabores, la sobre-dosis de cloro desaparecería inmediatamente; debido a la demanda de cloro del agua.
- 5.- Lo mismo que con el Sulfato, éste método de TRATAMIENTO, depende en la relación concentración-tiempo.
- 6.- Antes de hipoclorito, debería usarse gas-cloro, cuya reacción es más enérgica y hasta de más fácil aplicación.
- 7.- Pudiera hacerse con un cilindro conectado a una salida triple, lo suficientemente larga y firme para una profundidad de dos (2) metros.
- 8.- El hipoclorito se usará en sacos de nylon relativamente finos. Nosotros lo usamos perforando un tambor con huecos pequeños, lo que permite cierta turbulencia que acelera la disolución del producto.
- 9.- La velocidad de la lancha depende del estrato a tratar, superficial hasta 15 Km. p/h., profundo, tan -- lento como sea posible.

CONTROL DE ALGAS POR MICROFILTRACION (MICROSTREINER).

La eficiencia de un equipo de ésta índole, depende del número, tamaño y forma del alga en cuestión. Toda la informa-

.../...

ción recogida sobre este punto, es puramente literaria, no hay experiencia sobre el asunto. Sin embargo, nuestra organización debería ya adelantar los pasos sobre el particular e investigar los diferentes aspectos del asunto, ya sea "en sitio" o en laboratorio.

Además de los factores arriba mencionados en el cuestionamiento de la eficiencia, la rata de bombeo, no es importante en este asunto. Este equipo es suficiente para remover las algas de todo tipo, que aparecen en formas alargadas - en cadenas, como la diatoma *Melosira*. La masa en peso seco fué reducido de 141 a 10 libras y de 11 a 3 libras por día cuando se obtuvieron éstas condiciones; esto conlleva una eficiencia de 91,9%.

Cuando las algas son unicelulares, su eficiencia baja a - 88,8%.

Esto quiere decir, que la eficiencia varía de una especie de alga a otra. Por ejemplo, la información sobre el fracaso de este equipo con un alga llamada *Stefanodiscus* se debe a que éstas especies son diatomas centrales, muy finas, delicadas y no son retenidas por la malla de 35 mm. del filtrador.

De todas maneras, el criterio tiende a ser favorable; la literatura hace pensar positivamente sobre este equipo; cuando los compuestos químicos usados son algicidas, éstos interfieren en los procesos industriales.

.../...

CONTROL DE PLANTAS ACUATICAS Y SUB-ACUATICAS.

El control de las plantas vasculares sumergidas y flotantes, deseable desde todo punto de vista, por no decir indispensable, éste control cuando no se realiza mecánicamente, el empleo de herbicidas está indicado.

Muchas veces es favorable tratar una área extensa, con la finalidad de detener el avance por mucho tiempo.

Por largo tiempo, trióxido arsenioso o solución de arseniato de sodio, se ha usado para controlar ésta situación.

En éstos recientes años, la actividad de esta índole, se ha apartado de los productos químicos no biodegradables y se ha cercado a los productos orgánicos, herbicidas, éstos que no se acumulan en el medio. Estos compuestos son: 2 - 4 - d - Dalapon, Diquat, Endothal, Silvex y otros.

Estos productos son fácilmente adquiridos en U.S.A., o tal vez en Venezuela y son seguros, ya que están aceptados por las regulaciones federales en los Estados Unidos. Algunos detalles son importantes en éstos casos de aplicación de algicidas.

Siempre es favorable dividir las áreas invadidas en pequeñas sub-áreas y tratarlas.

El tratamiento debe comenzarse del Litoral hacia el Embalse, con la finalidad de no atrapar a los peces en las zonas llanas.

El criterio Sanitario de la División de Tratamiento, es -

.../...

adverso al tratamiento en cuestión; cualquier elemento deletéreo no indígena es riesgoso para los seres humanos. Esta Oficina expone la sistemática aún si hubiere la alternativa de cerrar el Embalse, por lo menos 18 días y análisis ulteriores del Zooplankton demostrarán inocuidad del producto, no es recomendable para agua de bebida.

Se ha planteado la posibilidad de introducir un pez llamado Carpa, con la finalidad de contribuir a la eliminación de las plantas vasculares. Esta situación siempre degenera en otro problema; un problema de peces, ya que éste individuo ha demostrado no ser herbívoro exclusivamente.

Por último, en Florida U.S.A., se están usando actualmente los siguientes herbicidas: 2-3-D, ya señalado 2 - 4 - 5 - T, Sulfonato de amonio, recomendable para agua potable Dalapon, Kivon y otros.

Siempre debe tenerse en mente el conocimiento de las corrientes de los embalses y al mismo tiempo la posibilidad de mantener cerrado el reservorio por 4 ó más días, post-tratamiento.

Acompañaremos la información con cuadro demostrativo de los diferentes usos de éstos algicidas.

LA DIVISION DE TRATAMIENTO NO PERMITIRA EL USO DE ESTOS ALGICIDAS EN EMBALSES PARA USO DOMESTICO.

OLORES Y SABORES.

Ambos son factores estéticos, que reflejan la capacidad operativa de los técnicos que manejan los equipos de flocula---

ción y clorinación o conservación. Los olores surgen cuando la condición de florecimiento excesivo (Bloom) trae consigo una rata de degeneración celular (muerte y putrefacción en los embalses).

Planteamos aquí la premisa que estamos en presencia de agua cuya autopurificación se cumple sin interferencia de origen industrial o de excretas de origen humano.

Los olores como los sabores, son productos de excreción y es conveniente señalar aquí la conveniencia de los procesos que los determinan: todas las algas o animales planktonianos tienen alimentos de reserva por la clorinación y al -- contraerse, excretan los líquidos internos (los animales no poseen cloroplastos), éstos sub-productos representan un aporte del etéreo apreciable, que de acuerdo con la especie involucrada, le dan el olor característico, con el consiguiente desequilibrio emocional para el usuario, ya que éste se preguntará si el agua estará sucia, cada vez que se lleva un vaso de agua a la boca.

Creo que cuando un embalse se trata, debe hacerse durante dos jornadas A.M., un día con Sulfato de Cobre y permitir durante 24 horas la sedimentación de esa partículas ahora inertes.

En la tarde el segundo día, con la finalidad de oxidar -- aceleradamente, tanto los productos aromáticos resultantes del tratamiento, como eliminar la comparación contentiva -- de esos sub-productos.

.../...

Porque debe estar claro lo siguiente: Después de un tratamiento, sino se oxida enérgicamente la materia orgánica - ahora inerte, es seguro que al tercer o cuarto día, tendremos los mismos olores y sabores que motivaron al tratamiento, pero clara, con una duración efímera, donde el O_2 disuelto el viento, etc., contribuirán a disolverlo. De ahí, que después de un tratamiento, es conveniente mantener cerrado el reservorio por lo menos durante tres días.

Cuando insisto tanto en que es preferible un tratamiento - conservador, no injurioso, lo hago porque todos conocemos la toxicidad del sulfato de cobre para el ecosistema y desde luego es preferible tratar un embalse conservadorante - con intervalos de 20 días, que hacerlo definitivamente una sola vez, porque:

TRATAMIENTO DEFINITIVO:

- 1.- Habrá mortandad de peces mayores y desde luego pequeños.
- 2.- Morirá el fitoplankton y zooplankton.
- 3.- Alteraremos la población bacteriana.
- 4.- Llevaremos al fondo de una sola vez, nutrientes envenenados con cobre que alterarán ese fondo.
- 5.- Pasarán varios días antes que se reponga el ensamblaje biológico.
- 6.- Habrá putrefacción en todos los estratos con perjuicio para los usuarios y desprestigio para la organización.

..../...

- 7.- No se olvide que los servicios a la comunidad trabajan en base a un prestigio bien fundado, y basta solamente un desafortunado incidente y toda la organización es cuestionada.

TRATAMIENTO CONSERVATORIO:

- 1.- Los niveles tróficos no deben sobrepasar 700 células por ml. O 1.000 U.S.A.
- 2.- Las pruebas realizadas y acentadas, dirán de éste tipo de tratamiento.
- 3.- Habrá valores de toxicidad acumulativa permitiéndolo mayor agresividad del algicida en menos tiempo, correlativo al p.H.
- 4.- Morirán las sardinas y si acaso 5 ó 10 peces mayores.
- 5.- La supercloración, después de 24 horas, oxidará la materia orgánica y no permitirá su putrefacción.
- 6.- No habrá alimento tóxico, emigrando por gravedad al fondo.
- 7.- Considero que con 1.500 Kgs. de sulfato de cobre, (3) tres veces al año en los embalses más productivos, pudiera cambiarse el ciclo y tipo de productividad de éstos.
- 8.- La economía se logrará a nivel de Plantas de Tratamiento.
- 9.- El problema de los olores y sabores no será tal, ni antes del tratamiento, ya que no se permitirán esos niveles tróficos, ni después, como consecuencia de los ex--

.../...

puesto en éstos párrafos.

Al terminar este manual, me falta citar la bibliografía que será incorporada al final. También ubicaremos figuras y - cuadros que estoy seguro serán de gran utilidad.

